

# Carnot ESP : partenaire d'exception pour l'aéronautique



L'équipe numérique du CORIA, devant un moteur fusée.

Créée en 2015 par l'INSA Rouen, Safran Tech et le laboratoire CORIA, la Chaire industrielle pour l'aéronautique de demain « constitue un partenariat très fort, gage d'une relation étroite entre notre laboratoire et les ingénieurs de Safran », explique Armelle Cessou, directrice de recherche CNRS et directrice du CORIA. Cette chaire, co-financée par Safran et par l'Agence Nationale de la Recherche à hauteur de 2 millions d'euros sur 5 ans, n'est qu'un des nombreux vecteurs de la recherche partenariale entre les industriels de l'aéronautique et l'institut Carnot ESP (Energie Systèmes de Propulsion). Centré sur la Normandie, cet Institut regroupe 5 laboratoires de recherche publics, ainsi que deux Centres de recherche technologique (CRT).

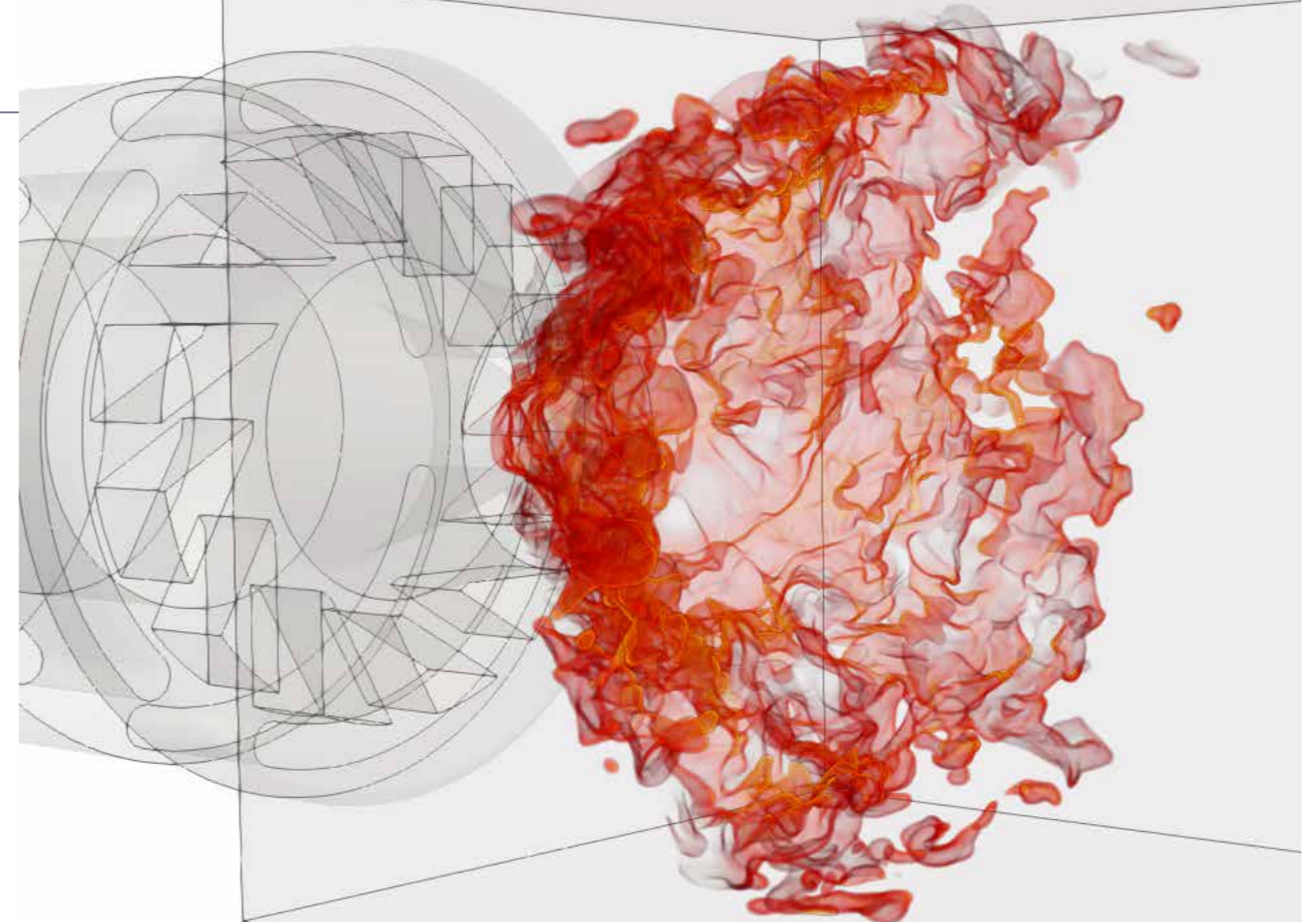
**Au sein de l'Institut Carnot « Energie Systèmes de Propulsion » (ESP), le laboratoire de recherche CORIA est fer de lance de la recherche partenariale avec l'industrie aéronautique. Son partenariat avec SAFRAN témoigne d'une expertise clé pour modéliser et analyser les phénomènes de combustion.**

PAR THIBAUT LESCUYER. PHOTOS : CORIA.

## CALCUL HAUTE PERFORMANCE ET DIAGNOSTICS LASERS

Installé sur le technopôle du Madrillet, près de Rouen, le CORIA est une Unité Mixte de Recherche (UMR) rattachée au CNRS, à l'Université de Rouen et à l'Institut des Sciences Appliquées (INSA) de Rouen. Le laboratoire est spécialisé en combustion, avec une expertise forte en mécanique des fluides et en écoulements complexes, ce qui l'a conduit à développer sa recherche partenariale autour des systèmes de propulsion. « Une partie de la valeur du CORIA repose sur notre expertise en calcul haute performance et en diagnostics lasers avancés », explique Armelle Cessou. Ces deux approches se révèlent précieuses pour les industriels, qui sont en quête de systèmes de combustion plus efficaces, c'est-à-dire consommant moins de carburant et émettant moins de polluants. Une forte expertise en optique permet aussi le développement de métrologie pour la sécurité aéronautique, avec l'analyse des conditions de givrage en soufflerie ou en vol par exemple.

Effectué sur des supercalculateurs, le calcul « haute performance » vise à offrir une simulation numérique des phénomènes dans les chambres de combustion, qui soit la plus représentative des phénomènes réels. Elle implique de traiter une complexité qui est au cœur du savoir-faire du CORIA : il faut appréhender la combustion en termes à la fois multi-physiques et multi-échelles. « Multi-physique : on intègre énormément de phénomènes physiques variés qui sont gérés par des équations mathématiques très différentes », explique Armelle Cessou. Approche multi-échelle : « la grande échelle est celle de la chambre de combustion et la plus petite échelle est celle de la physique de la flamme de combustion, inférieure à la centaine de microns ». Il faut donc être capable de comprendre et d'intégrer à la fois de la chimie, de la mécanique des fluides (turbulence) pour le mélange et transport de chaleur. Ce savoir-faire intéresse particulièrement Safran pour la conception des moteurs du futur.



## UN PARTENARIAT AVEC SAFRAN TECH

« Nous avons un partenariat avec Safran Tech, l'entité de recherche amont du Groupe Safran et avec les entités métiers, Safran Aircraft Engines et Safran Helicopter Engines », précise Armelle Cessou. Sur le calcul haute performance, ces coopérations s'appuient sur le logiciel « YALES2 », un code de simulation aux grandes échelles. Ce logiciel a été créé par Vincent Moureau, dont les travaux ont été récompensés en 2018 par le premier Grand Prix ONERA de l'Académie des Sciences.

Les ingénieurs Safran se forment aux méthodes de calcul sur YALES2 pour les intégrer à leurs méthodes de conception, tandis que le CORIA développe les codes et participe au transfert des outils de calcul. Safran peut ainsi intégrer les méthodes de calcul avancées dans la conception des moteurs. L'idée est d'optimiser la part faite sur les ordinateurs pour limiter les essais sur des bancs moteurs.

Le second grand domaine d'expertise au cœur du partenariat entre le CORIA

et Safran, est l'analyse expérimentale de la combustion, fondée sur les diagnostics lasers avancés. Les mesures laser sont indispensables pour la compréhension fine des multiples phénomènes interagissant dans les systèmes de combustion, mais elles demandent une expertise spécifique en continue évolution, trop loin du cœur de métier de l'industriel pour être maintenue en interne. Les mesures, notamment par spectroscopie laser, visent à caractériser l'efficacité de la combustion et les émissions de polluants, oxydes d'azote

## EN CHIFFRES

### CARNOT ESP (2017) :

**465 ETP** enseignants-chercheurs, ingénieurs, techniciens [120 au CORIA]

dont **165 doctorants** et post-docs, **340 publications** de rang A

**13 M€** de recettes issues de la recherche partenariale avec des entreprises (dont 9 M€ de contrats de R&D)

et particules de suie en particulier. Elles sont conduites sur des installations expérimentales à haute pression et sur des injecteurs réels conçus par Safran.

## INTERDISCIPLINARITÉ AMONT

« L'objectif de notre institut Carnot, c'est aussi de proposer une expertise de pointe en recherche de base en Energie et Systèmes de propulsion, pour un transfert vers les entreprises, et leur innovation », ajoute Armelle Cessou. En parallèle à son activité partenariale, le CORIA travaille avec les autres laboratoires de l'Institut Carnot sur une recherche interdisciplinaire plus amont. Cette activité est facilitée par le « ressourcement scientifique », qui consiste « à faire des travaux de recherche amont en vue des futures collaborations industrielles », explique Armelle Cessou. Plusieurs projets sont ainsi en cours au sein du Carnot ESP, croisant l'expertise en matériaux, catalyse, acoustique, combustion, systèmes embarqués, essais moteurs, qualité de l'air de tous ses membres GPM, CRISMAT, LCS, CORIA, IRSEEM, CEVAA et CERTAM. ●